



AUTORISÉ PAR LE MINISTÈRE

# **Biologie 20-30**

## **Programme d'études**

**Version provisoire**

**Alberta**

**EDUCATION**

375.357  
A333b  
1994  
c.6

CDPCOLSP



EX LIBRIS  
UNIVERSITATIS  
ALBERTENSIS

---

# **Biologie 20-30**

# **Programme d'études**

Version provisoire

Language Services Branch  
Novembre 1994

**Alberta**  
EDUCATION



# SCIENCES

## VISION : PROGRAMMES DE SCIENCES AU SECONDAIRE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. Le même cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration de tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle, y compris Sciences 10, Biologie 20 - 30, Chimie 20 - 30, Physique 20 - 30 et Sciences 20 - 30. Les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves sont abordées selon une philosophie d'apprentissage commune à tous les cours de sciences.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et des principes. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces notions de base comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du

premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves développeront, par exemple, leur aptitude à poser des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer de l'information scientifique, et vérifier des principes scientifiques et l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences et ils y attacheront une importance dans leur quotidien.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Il a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la

société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les situations propices à l'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ils apprécieront la valeur du travail d'équipe et contribueront positivement à la résolution de problèmes et à l'accomplissement de divers travaux.

# BIOLOGIE 20-30

## A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

La biologie est l'étude de la vie et des systèmes vivants, du niveau moléculaire jusqu'à la biosphère. Par l'étude de la biologie, on donne l'opportunité aux élèves d'explorer et de comprendre le monde naturel et de réaliser la grande influence de la biologie dans leurs vies. Le cours est conçu pour permettre un apprentissage significatif, en faisant le lien entre le matériel traité et ce que les élèves savent déjà, jugent personnellement utile et considèrent approprié. L'apprentissage se fait le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences dans des contextes appropriés. Le programme de biologie 20-30 est présenté de façon à permettre aux élèves d'apprendre la biologie dans des contextes appropriés et de se livrer à des activités significatives. Ceci facilite le transfert des connaissances à de nouveaux contextes. Les élèves sont encouragés à poursuivre leur apprentissage en biologie tout au long de leur vie et à reconnaître que la biologie constitue une entreprise scientifique, qui a un impact concret sur leur vie, et sur la société.

La biologie, comme toutes les sciences, est une discipline expérimentale qui exige créativité et imagination. Son étude est caractérisée par des méthodes d'enquête. Le programme de Biologie 20-30 encouragera les élèves à continuer à développer leur aptitude à poser des questions, à examiner et à expérimenter, à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique, et

à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exerceront leur créativité et continueront à acquérir des compétences de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves peuvent continuer à acquérir une compréhension des processus qui font évoluer les connaissances scientifiques.

Le programme de Biologie 20-30 est centré sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande pour leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme.

Une étude approfondie de la biologie est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension de la discipline qui les encouragera à faire les applications appropriées des concepts biologiques à leur vie quotidienne et les préparer pour leurs études futures en biologie. On s'attend à ce que les élèves prennent une part active à leur propre apprentissage. L'accent mis sur les concepts et principes-clés de la biologie donne aux élèves une vision unifiée des sciences et une plus grande conscience des liens qui existent entre celles-ci.

L'acquisition de ces connaissances scientifiques se fera au cours d'une période plus ou moins prolongée selon le style d'apprentissage et les habiletés des élèves. Chaque cours est conçu pour une durée d'environ 125 heures mais on

conseille aux enseignants de modifier la période d'enseignement afin de répondre aux besoins individuels des élèves. Certains élèves auront besoin de plus de 125 heures pour compléter le cours alors que d'autres en auront besoin de moins.

## **BUTS**

Les buts majeurs du programme de Biologie 20-30 sont de, (d') :

- développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient/unifient les sciences naturelles;
- fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;
- aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, habiletés et attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Biologie 20-30 est un programme académique qui aidera les élèves à mieux comprendre et appliquer les concepts et habiletés fondamentaux à l'étude de la biologie. La perspective du programme est de développer chez les élèves la compréhension des principes biologiques qui se dégagent des événements naturels qu'ils connaissent, et de la nature de l'espèce humaine comme entité biologique aussi bien que culturelle avec sa technologie et ses valeurs de société. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique dont fait partie la biologie et crée des attitudes positives face à la biologie vue comme une activité humaine présentant de l'intérêt et ayant une signification personnelle pour les élèves. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et la vie dans leurs communautés.

## B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience biologique et scientifique et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève que l'on retrouve à la section C. Les attentes générales pour l'élève sont développées en deux catégories : les attentes du *programme* et les attentes du *cours*.

### «ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU PROGRAMME

Les «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont des énoncés généraux concernant les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les rapports science, technologie et société (STS), que les élèves devraient acquérir dans tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle. Ces «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont définies plus précisément dans les «attentes générales pour l'élève» du *cours* et sont ensuite développées plus spécifiquement dans l'étude de modules individuels en Biologie 20 et Biologie 30. Toutes les attentes se suivent progressivement, à partir du cours de Sciences 10 jusqu'aux cours de Biologie 30, et bien qu'elles soient énumérées séparément, elles devraient être développées conjointement, à l'intérieur d'un contexte.

#### ATTITUDES

*On encouragera les élèves à faire preuve de (d') :*

- enthousiasme et d'intérêt pour les sciences;
- qualités effectives des scientifiques au travail telles que le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, la probité intellectuelle, la créativité, la persévérance, la coopération, la curiosité et un désir de comprendre;
- attitudes positives face aux connaissances scientifiques pratiques faisant appel aux mathématiques et aux habiletés de résolution de problèmes;

- ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- sensibilité pour l'environnement vivant et inerte;
- appréciation des rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

#### CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

*On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :*

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;
- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et non vivantes de la matière et les procédures utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;
- *Énergie* : la capacité de faire un travail, ce travail étant à la base de ce qui se passe dans l'univers à travers une grande diversité de formes interconvertibles;
- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;
- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;
- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

## HABILETÉS

*On s'attend à ce que les élèves acquièrent* et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. On s'attend aussi à ce que les élèves travaillent en équipe, respectent le point de vue des autres, fassent des compromis raisonnables, apportent leurs idées, fournissent un effort et prennent la tête lorsque c'est nécessaire pour obtenir de meilleurs résultats. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui s'acquièrent au cours du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décision. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, une procédure ou une technologie assortie à la tâche, et à la vérifier, la modifier ou la remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

### • Conceptualisation et planification

- identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
- distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
- recueillir et inscrire l'information de base;
- identifier tous les variables et les contrôles;

- identifier le matériel et les appareils requis;
- formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
- concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
- préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires.

### • Collecte et enregistrement des données

- exécuter la procédure et la modifier au besoin;
- organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
- observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

### • Organisation et communication des données

- organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
- communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques;
- exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
- communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

### • Analyse des données

- analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
- identifier et discuter les sources d'erreur et leur effet sur les résultats;
- identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
- identifier les idées principales.

## • Rapports, synthèse, intégration

- faire des prévisions à partir de données ou d'informations; et déterminer si ces données vérifient ou falsifient l'hypothèse et/ou la prédiction;
- formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
- identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
- identifier d'autres démarches à suivre, plans expérimentaux et solutions possibles;
- proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
- élaborer des explications théoriques;
- établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
- proposer des solutions au problème étudié;
- résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
- choisir la démarche à suivre.

## • Évaluation du processus et des résultats

- établir des critères pour évaluer les données, l'information;
- considérer les conséquences, les tendances, les suppositions et les perspectives;
- identifier les limites des données, de l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet ou de la méthode utilisée;
- proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux; au processus de prise de décision et de résolution de problèmes;
- évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

### Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications d'Alberta

Education : *Enseigner à penser* (1992) et *Enseignement et recherche* (1991).

## SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

*On s'attend à ce que les élèves montrent* qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement des produits ou processus, à partir de principes scientifiques;
- l'effet réciproque des progrès scientifiques sur les progrès technologiques;
- l'application de la technologie dans la résolution de problèmes pratiques;
- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;
- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement les ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures.

### Lecture supplémentaire

Pour des lectures supplémentaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication d'Alberta Education : *Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences* (1992).

## «ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU COURS

Les «attentes générales pour l'élève» du *cours* sont spécifiques au cours de Biologie 20 et Biologie 30 et font le lien entre les «attentes générales pour l'élève» du *programme* et les «attentes spécifiques pour l'élève» de chaque module.

Les attentes concernant les attitudes font référence à ces prédispositions qui doivent être encouragées chez les élèves. Ces attentes incluent les attitudes face à la science, le rôle de la science et de la technologie et les contributions de la science et de la technologie envers la société. Les attentes concernant les connaissances scientifiques sont les principaux concepts de biologie étudiés dans chacun des cours. Les attentes concernant les habiletés font référence aux processus de la pensée et aux capacités associées à la pratique de la science, y compris la compréhension et l'exploration de phénomènes naturels, et la résolution de problèmes. Les attentes concernant les liens entre la science, la technologie et la société mettent l'accent sur les processus par lesquels la connaissance scientifique est développée et sur les relations entre la science, la technologie et la société.

La dernière attente du *cours* fait le lien entre l'étude de la biologie, les carrières, la vie quotidienne et les études ultérieures.

Bien qu'on ait spécifié les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les liens STS, ils devraient être développés ensemble à l'intérieur d'un ou plusieurs des contextes énumérés ci-dessous.

### BIOLOGIE 20-30

#### Attitudes

*Les élèves seront encouragés à :*

- apprécier le rôle de la preuve empirique et des modèles en science, et accepter l'incertitude dans les explications et les interprétations de phénomènes observés;
- apprécier la curiosité, l'ouverture à de nouvelles idées, la créativité, la persévérance et le travail de coopération démontrés par les

scientifiques, et faire un effort pour développer ces mêmes caractéristiques personnelles;

- apprécier le rôle joué par la science et la technologie dans l'avancement de notre compréhension du monde naturel, avoir l'esprit ouvert et respecter des points de vue différents lors de l'évaluation de l'information scientifique et de ses applications, et apprécier que l'application de la science et de la technologie par l'humanité peut avoir des effets bénéfiques mais aussi néfastes et peut amener des dilemmes éthiques;
- démontrer un intérêt soutenu pour les sciences, apprécier le besoin de posséder une certaine compétence dans l'utilisation de l'ordinateur, et de posséder aussi des habiletés de résolution de problèmes et de processus, et apprécier l'exactitude et l'honnêteté quand les résultats de problèmes et d'investigations sont communiqués;
- apprécier la complexité de notre planète et sa diversité d'écosystèmes, valoriser tous les organismes et le rôle qu'ils jouent, apprécier la relation entre les êtres humains et leur environnement naturel, et prendre leur responsabilité face à l'utilisation de l'environnement à l'intérieur des limites de développement soutenable.

### BIOLOGIE 20

*Les élèves seront capables :*

#### Connaissances

- d'expliquer comment l'équilibre dans la biosphère est maintenu par le courant d'énergie provenant du soleil grâce aux processus chimiques de photosynthèse et de respiration cellulaire, et par le cycle de la matière grâce aux cycles biogéochimiques; et de décrire l'influence des activités humaines sur l'équilibre de l'échange d'énergie et de matière et la composition atmosphérique;
- d'expliquer le rôle de la structure, de la fonction et des mécanismes régulateurs des systèmes digestif, respiratoire, excréteur et circulatoire dans l'échange d'énergie et de matière; et de décrire les composantes cellulaires du sang, et d'expliquer le rôle du

système immunitaire dans la protection de l'organisme humain et dans le maintien de l'équilibre interne;

- d'expliquer comment l'énergie solaire et la matière sont converties en ATP par des processus photosynthétiques cellulaires, ou sont entreposées dans des composés organiques sous forme d'énergie chimique potentielle, et comment cette énergie potentielle peut être convertie en ATP par la respiration cellulaire; et décrire l'influence de l'oxygène, du bioxyde de carbone et des toxines environnementales sur ces processus;
- de différencier les écosystèmes selon l'échange d'énergie et de matière de leurs composantes biotiques et abiotiques, en faisant des études de milieu sur des écosystèmes terrestres et aquatiques; et expliquer, quantitativement et qualitativement, la structure trophique des écosystèmes, à l'aide de modèles tels que les réseaux, les chaînes et les pyramides alimentaires;
- faire la liste de preuve directe et indirecte qui supporte l'évolution des espèces modernes à partir des formes ancestrales; et expliquer la théorie de la sélection naturelle et comment la variabilité innée à l'intérieur des populations amène le changement évolutif et la spéciation;
- expliquer pourquoi les populations sont les composantes de base d'un écosystème; et décrire la preuve directe et indirecte de la variation innée et acquise dans les pools géniques d'une population, et expliquer la base pour l'étendue de cette variation que l'on retrouve à l'intérieur d'espèces individuelles d'une population.

#### Habilités

- de faire des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont quelques variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et donner des explications basées sur des théories et des concepts scientifiques;
- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux créés par eux-mêmes, et des graphes et des diagrammes créés par d'autres,

en utilisant des formes écrites et symboliques; et décrire des découvertes ou des relations, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser et interpréter des données produisant des graphiques linéaires et non linéaires; et utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et calculer la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;
- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, des équations simples, et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et communiquer les relations et les concepts scientifiques.

#### Rapports Science, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations simples dans une situation donnée où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et décrire les limites de la science et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, en utilisant des exemples appropriés et pertinents;
- de décrire et expliquer le plan et le rôle des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la biologie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la biologie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;
- d'expliquer, pour une situation donnée, comment la science et la technologie sont influencées et sont supportées par la société, et la responsabilité qu'a la société au moyen de la biologie et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser sagement ses ressources naturelles;
- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Biologie 20 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en biologie.

## BIOLOGIE 30

*Les élèves seront capables :*

### Connaissances

- de décrire la structure et d'expliquer le rôle des systèmes nerveux et hormonal qui font que l'organisme humain peut maintenir un équilibre interne entre ses systèmes en même temps qu'il interagit et maintient un équilibre avec l'environnement extérieur et expliquer le rôle de certaines hormones dans le métabolisme et l'homéostasie;
- de décrire la mitose et le cycle cellulaire; et comparer la mitose avec la méiose et expliquer l'importance, pour une espèce, de la réduction du nombre de chromosome et de l'enjambement (crossing-over) lors de la méiose; et décrire la gamétogénèse, la fertilisation, le développement fœtal et les technologies reproductives chez les humains; et comparer et contraster l'alternance des générations chez une gamme de plantes vasculaires et d'animaux;
- de décrire l'anatomie et la physiologie des neurones en relation avec l'initiation, la formation et la transmission des influx électrochimiques; et expliquer comment les récepteurs sensoriels, comme l'œil et l'oreille, agissent comme des transformateurs d'énergie;
- de décrire l'anatomie du système reproducteur de l'être humain et expliquer le contrôle hormonal et l'entretien du système reproducteur chez les adultes; et décrire comment les maladies transmises sexuellement empêchent le système de fonctionner; et décrire et expliquer les changements physiologiques chez les fœtus qui amènent la formation des organes génitaux males et femelles;
- d'expliquer l'hérédité; décrire les preuves directe et indirecte pour la présence de chromosomes, de gènes, d'allèles, et l'influence de l'enjambement et des chromosomes sexuels, et expliquer le rôle joué par ces preuves dans la formulation des principes de l'hérédité; et expliquer la base moléculaire de l'hérédité en décrivant la structure de l'ADN, l'expression et la

mutation; et expliquer l'importance des génomes pour une espèce et l'influence de la biotechnologie sur les gènes et sur les génomes;

- d'expliquer l'importance du pool de gènes d'une population et des interactions biotiques sur la structure d'une communauté, la succession dans les communautés, l'importance quantitative de l'équilibre Hardy-Weinberg sur les pools de gènes, et l'importance du changement du pool de gènes avec le temps; et décrire la théorie du chaos et expliquer et analyser, quantitativement, les facteurs et les stratégies qui influencent la croissance d'une population.

### Habilités

- de faire et d'évaluer des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont plusieurs variables et qui donnent des preuves directes et indirectes; et donner des explications et des interprétations basées sur des théories et des concepts scientifiques;
- de recueillir, vérifier et organiser des données dans des tableaux, des graphiques et des diagrammes créés par eux-mêmes, en utilisant des formes écrite et symbolique; et décrire des découvertes ou des relations et faire des prédictions, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;
- d'analyser, interpréter et évaluer des données produisant des graphiques linéaires et non linéaires; et utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et calculer la pente et l'aire sous la courbe des graphiques linéaires;
- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, des équations, des probabilités simples et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et communiquer les relations et les concepts scientifiques.

### Rapports Science, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations dans une variété

de situations où la preuve scientifique supporte ou réfute une théorie; et expliquer les limites de la science et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, en utilisant des exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'évaluer le plan et le rôle des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes ou de théories scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la biologie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la biologie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;
- d'expliquer et d'évaluer, pour une situation donnée, et à partir d'une variété de perspectives données, comment la science et la technologie sont influencées et sont supportées par la société; et évaluer l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen de la biologie et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser sagement ses ressources naturelles;
- d'identifier des carrières reliées au sujet et appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Biologie 30 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en biologie.



## C. ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

### LE CYCLE D'APPRENTISSAGE

Les attentes spécifiques pour l'élève se composent des attitudes, des habiletés et des connaissances qui seront présentées en Biologie 20-30. Ce cycle d'apprentissage permet aux élèves de passer de :

- l'introduction, qui définit les paramètres d'une leçon, dans un rapport STS, qui se rapporte à la vie des apprenants et qui crée des liens entre les expériences d'apprentissage présentes et passées en plus d'anticiper des activités qui mettent l'emphasis sur le raisonnement des élèves et sur ce qu'ils ont appris dans l'activité, à
- l'exploration expérimentale d'un nouveau contenu qui permet aux élèves d'identifier et développer des concepts-clés et des habiletés à partir de leur expérience, à
- une phase de formulation d'hypothèses où les concepts sont développés de sorte à décrire un aspect particulier de leur exploration expérimentale et où on leur permet de communiquer leur compréhension conceptuelle ou démontrer leurs habiletés ou comportement, à
- une phase d'élaboration où l'on met l'emphasis sur la compréhension des concepts-clés et où l'on donne l'occasion de mettre en pratique les habiletés désirées et les stratégies de résolution de problèmes, à
- une phase d'application où l'hypothèse, le vocabulaire et les modèles/constats élaborés au préalable sont appliqués à de nouvelles situations, et reliés à des principes et concepts-clés des sciences, à
- une évaluation finale de la signification du nouvel apprentissage dans un contexte STS afin d'évaluer leur compréhension et habiletés et donner ainsi l'occasion à l'enseignant d'évaluer le progrès des élèves en vue d'atteindre les standards du programme.

En biologie, les élèves examinent des phénomènes liés à une gamme de sujets de sorte à observer les rapports qui existent entre les sciences. Dans la mesure du possible, les exemples seront tirés du vécu de l'élève, de façon à ce que l'élève puisse faire le lien entre les connaissances scientifiques et la société qui l'entoure, la technologie que mettent au point les sociétés, et la nature même des sciences.

### VUE GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Le programme de Biologie 20-30 insiste sur les concepts-clés des sciences : *le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes*, dans la mesure où ils se rapportent à la biologie. Ces thèmes fournissent un moyen de montrer les liens entre les unités d'étude dans les deux cours du programme et fournissent une structure aux enseignants pour montrer aux élèves comment chaque section du programme se rapporte aux grandes idées scientifiques.

En plus de développer une compréhension solide des concepts et des principes fondamentaux des sciences, Biologie 20-30 a pour but d'éduquer les élèves sur la nature des sciences, de la technologie et de l'interaction entre la biologie et la technologie. Les élèves doivent prendre conscience de l'impact formidable que la biologie et la technologie ont sur la société mais, en même temps, ils doivent se rendre compte du rôle et des limites des sciences biologiques, des sciences en général et de la technologie dans la résolution de problèmes à caractère social.

### BIOLOGIE 20

Les concepts scientifiques majeurs traités dans ce cours sont *l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes*. *Le changement* et *la diversité* sont des thèmes secondaires qui sont également abordés.

Les concepts majeurs permettent d'établir des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules des deux cours du programme.

Biologie 20 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : La biosphère

Module 2 : Flux d'énergie et matière cellulaire

Module 3 : Échange de matière et d'énergie dans les écosystèmes

Module 4 : Échange de matière et d'énergie par l'organisme humain.

Le Module 1 se concentre sur les *équilibres* dynamiques qui existent pour l'*énergie* et la *matière* dans la biosphère, et sur les *systèmes* qui règlent ces *équilibres*. Dans le Module 2, on fait remonter l'*énergie* présente dans l'environnement aux *systèmes* respiratoires photosynthétiques et cellulaires et au cycle de la *matière* sous la forme de carbone. Le Module 3 examine les caractéristiques de certains des *écosystèmes* qui constituent la biosphère, et les interactions des organismes qui servent d'intermédiaires pour la circulation de l'*énergie* et de la *matière* dans ces *écosystèmes*. Le module se termine par une discussion de la façon dont ces organismes évoluent pour remplir les niches disponibles dans les *écosystèmes*. Le cas particulier du système que constitue l'organisme humain et de ses échanges de *matière* et d'*énergie* avec l'environnement est examiné dans le Module 4, à côté de ses interactions biotiques avec les organismes pathogéniques.

## BIOLOGIE 30

Les concepts scientifiques majeurs traités dans ce cours sont le *changement*, la *diversité*, l'*équilibre* et les *systèmes*. L'*énergie* et la *matière* sont des thèmes secondaires qui sont également abordés.

Les concepts majeurs permettent d'établir des liens entre les quatre modules du cours et entre les huit modules des deux cours du programme.

Biologie 30 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : Systèmes réglant les transformations dans les organismes humains

Module 2 : Reproduction et développement

Module 3 : Cellules, chromosomes et ADN

Module 4 : Changement dans les populations et les communautés.

Biologie 30 approfondit les concepts et les habiletés introduits en Sciences 10 et en Biologie

20. Le Module 1 se concentre sur les *systèmes* chimiques et électriques qui règlent les *changements* pour maintenir les *équilibres*, et les processus de reproduction et de développement en tant que *systèmes* apportant le *changement* sont examinés dans le Module 2. Ces deux modules utilisent l'organisme humain comme système modèle. Les thèmes de *changement* et de *diversité* se retrouvent tout au long du Module 3 tandis que sont examinés les mécanismes de transmission de l'information génétique et de la cause des variations à divers niveaux organisationnels. Finalement, le Module 4 considère le *changement* en l'illustrant par la génétique des populations, et les *systèmes* de communautés dans lesquels les populations existent.

# BIOLOGIE 20

## MODULE 1 : LA BIOSPHERE

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Énergie, Équilibre, Matière et Systèmes*

Dans le Module 1, les élèves étudient l'équilibre de *matière* et d'*énergie* qui s'établit et se maintient entre les activités de photosynthèse et de respiration cellulaire dans les *systèmes* vivants. La nature de l'eau et d'autres formes de *matière* en tant que substrats pour la vie est étudiée au cours d'une enquête sur le cycle hydrologique et sur les cycles biogéochimiques de plusieurs éléments significatifs, et d'un examen des rôles des *systèmes* vivants dans ces cycles. Le module se termine par une discussion sur l'impact des *systèmes* vivants sur l'équilibre de la composition atmosphérique.

Ce module approfondit les thèmes abordés dans le Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et dans le Module 2 : Matière et énergie dans les systèmes vivants. Ce module permet aux élèves d'acquérir les fondements pour l'étude de la nature de l'énergie et de la matière au niveau cellulaire dans le Module 2, au niveau des écosystèmes dans le Module 3, et au niveau de l'organisme dans le Module 4.

Les trois concepts majeurs présentés dans ce module sont :

- la biosphère est maintenue par un flux constant d'énergie;
- le cycle de la matière à travers la biosphère perpétue son état d'équilibre constant;
- l'équilibre de l'échange d'énergie et de matière dans la biosphère, en tant que système ouvert, maintient son état d'équilibre constant.

Au cours de ce module, les élèves acquerront les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités reliées à la recherche de *matière* et d'*énergie* dans la biosphère;
- recueillir et enregistrer des données environnementales;
- organiser et communiquer les résultats de leur recherche;
- relier, synthétiser et intégrer des données ou de l'information et des interprétations reliées à la biosphère en tant que *système*.

Les rapports STS de ce module illustrent :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la complexité de notre planète;
- prendre conscience de leur rôle personnel dans la sauvegarde de l'environnement;
- acquérir un sens de leur responsabilité quant à leur usage de l'environnement;
- développer de l'optimisme sur la capacité humaine d'apprendre à fonctionner dans les limites d'un développement supportable;

- avoir un esprit ouvert sur les vues et les valeurs des autres;
- montrer qu'ils sont prêts à participer pour planifier et déterminer l'avenir;
- prendre conscience des questions planétaires et de la contribution locale à la résolution des problèmes planétaires.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. La biosphère est maintenue par un flux constant d'énergie.
  - la majeure partie de l'énergie utilisée dans la biosphère vient du soleil et est, soit mise en réserve, soit dégagée à nouveau dans l'espace, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 1, Sciences 10, sur le rôle du soleil pour chauffer la terre, et en :
    - expliquant comment on peut se représenter la réserve d'énergie en fonction de l'équilibre entre la photosynthèse et la respiration;
    - décrivant comment l'énergie biologique en réserve dans la biosphère s'échappe peu à peu du système, sous forme de chaleur (par exemple, génération de chaleur musculaire, décomposition).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- faire une expérience pour démontrer quantitativement la mise en réserve d'énergie solaire chez les plantes;
- mesurer le taux de radiation solaire dans la région de leur centre d'études, et le comparer à celui d'autres régions de la province et du pays.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que la biosphère est maintenue grâce à l'énergie solaire qui circule par la photosynthèse et par la respiration et qui est perdue sous forme de chaleur; et en mesurant et comparant les variations d'énergie solaire et en faisant des expériences qui démontrent l'entreposage d'énergie chez les plantes, dans le contexte :

- d'évaluer la preuve de l'influence de la glace et de la neige sur la mise en réserve de l'énergie solaire (par exemple, effet albedo, de formuler des hypothèses sur les conséquences des fluctuations pour les systèmes biologiques);

OU

- d'expliquer comment la libération de chaleur métabolique par le grain récolté peut être diminuée par des processus de séchage avant l'entreposage du grain en expliquant les principes scientifiques impliqués dans cette technologie;

OU

- d'évaluer les économies d'énergie réalisées par rapport aux besoins d'énergie d'un grand immeuble à bureaux en utilisant des technologies de recyclage de l'énergie thermique pour capturer la chaleur métabolique et l'influence des besoins et des intérêts de la société dans le développement de ces technologies;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Le cycle de la *matière* à travers la biosphère perpétue son état d'*équilibre* constant.

- certains éléments chimiques spécifiques sont soumis à un cycle à travers la biosphère selon des cours caractéristiques, en :
  - résumant et expliquant les cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et du phosphore;
  - expliquant comment l'eau est soumise à un cycle dans la biosphère selon un cours caractéristique, en étendant ce qu'ils ont appris sur le cycle hydrologique dans le Module 1, Sciences 10;
  - identifiant les propriétés spécifiques de l'eau et en les expliquant par rapport au cycle hydrologique (par exemple, le point de congélation, la liaison hydrogène, la chaleur spécifique, la densité).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- prédire les perturbations causées par l'activité humaine, dans les cycles de l'azote et du phosphore;
- émettre des hypothèses sur la façon dont les altérations du cycle du carbone, par suite de la combustion des combustibles fossiles, pourraient influencer d'autres phénomènes cycliques;
- mesurer les taux de précipitation et d'évaporation dans la région de leur centre d'études et comparer les données avec les précipitations et l'évaporation de d'autres régions de la province et/ou du pays;
- concevoir une expérience pour comparer la production de bioxyde de carbone chez les plantes et chez les animaux;
- mesurer les taux de consommation et de perte d'eau chez les plantes et les animaux.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que le cycle de la matière à travers la biosphère perpétue son état d'équilibre constant; et en prédisant et formulant des hypothèses au sujet de l'influence de l'être humain sur ces cycles; et en mesurant et comparant les précipitations et le mouvement de l'eau; et en concevant des expériences d'échange de matière avec les plantes et les animaux, dans le contexte :
- d'analyser comment la société affecte le cycle biogéochimique du carbone, lequel en retour influence l'effet de serre;

OU

- de discuter de l'influence des produits ou des procédés agricoles sur le cycle biogéochimique du phosphore et de l'azote (par exemple, engraissement, compostage, applications d'engrais commercial);

OU

- d'évaluer les implications de l'effet de serre pour le cycle hydrologique et pour les besoins en eau de la société et de ses systèmes agricoles;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

3. L'équilibre de l'échange d'énergie et de matière dans la biosphère, en tant que système ouvert, maintient son état d'équilibre constant.

- la composition de l'air est influencée par les activités des organismes, en :
  - décrivant comment l'équilibre entre les échanges gazeux dans la photosynthèse et la respiration cellulaire influence la composition de l'atmosphère;
  - décrivant comment les activités humaines peuvent perturber l'équilibre de la photosynthèse et de la respiration cellulaire dans la biosphère (par exemple, la combustion des combustibles fossiles, la destruction des forêts).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- prévoir l'effet qu'aurait une réduction importante des organismes photosynthétiques par les activités humaines, sur les concentrations de bioxyde de carbone et d'oxygène dans l'équilibre atmosphérique;
- concevoir un modèle d'un système biologique fermé, en équilibre par rapport au bioxyde de carbone, à l'eau et à l'oxygène (par exemple, station spatiale, Biosphère II).

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant l'équilibre de l'échange d'énergie et de matière dans la biosphère et l'influence des activités humaines sur cet équilibre; et en prédisant les changements d'équilibre atmosphérique et en concevant des modèles de systèmes fermés en équilibre, dans le contexte :

- de discuter de l'effet de l'activité humaine sur l'état d'équilibre dynamique de l'atmosphère;

OU

- d'examiner l'influence des changements des niveaux d'ozone atmosphérique sur la société, l'agriculture, les plantes et les animaux;

OU

- d'évaluer, du passé jusqu'à nos jours, la preuve de changements dans la composition atmosphérique, par rapport au bioxyde de carbone et à son importance dans l'équilibre de la biosphère actuel;

OU

- d'évaluer la technologie d'un système fermé (par exemple, station spatiale, Biosphère II);

OU

- tout autre contexte pertinent.



## MODULE 2 : FLUX D'ÉNERGIE ET MATIÈRE CELLULAIRE

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Énergie, Matière et Systèmes*

Dans le Module 2, les élèves étudient la photosynthèse en tant que processus qui obtient l'*énergie* de l'environnement, et la respiration cellulaire en tant que processus qui la libère pour faire un travail utile dans les *systèmes* cellulaires. On y expose, de façon générale, le flux cyclique du carbone qui est lié à celui d'autres formes de *matière* à l'intérieur d'un *système* cellulaire et les flux cycliques entre les cellules ou entre les organismes, en tant que *systèmes*. Ce module n'a pas pour but de faire apprendre aux élèves les détails moléculaires des cycles de Calvin-Benson et de Krebs.

Ce module fait suite aux connaissances acquises dans le Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, et dans le Module 1, Biologie 20 : La biosphère. Ce module fournit une introduction aux échanges de *matière* et d'*énergie* à l'intérieur d'*écosystèmes*, tels que décrits dans le Module 3, et au sein d'organismes étudiés dans le Module 4. Ce module prépare aussi les élèves à un examen du rôle de l'*énergie* pour supporter les *systèmes* étudiés dans le Module 1, Biologie 30 : Systèmes régissant les transformations dans les organismes humains, et dans le Module 2, Biologie 30 : Reproduction et développement.

Les deux concepts majeurs présentés dans ce module sont :

- la photosynthèse emmagasine l'*énergie* dans les composés organiques;
- la respiration libère l'*énergie* potentielle des composés organiques.

Dans ce module, les élèves acquerront les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui illustrent l'échange de *matière* et d'*énergie*;

- recueillir et enregistrer des données sur l'activité de la photosynthèse et de la respiration;
- relier, synthétiser et assimiler les phénomènes biochimiques cellulaires.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- reconnaître que l'*énergie* et la *matière* peuvent circuler à différents niveaux d'organisation;
- reconnaître que les phénomènes au niveau moléculaire soutiennent le fonctionnement des *systèmes* vivants;
- reconnaître que les biologistes peuvent poursuivre une carrière comportant un travail à des niveaux très différents d'organisation biologique;
- reconnaître les contributions que les autres domaines des sciences naturelles peuvent faire aux sciences biologiques;
- attacher de la valeur au maintien d'un environnement sain pour prévenir le mauvais fonctionnement des processus essentiels à la vie.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. La photosynthèse emmagasine l'énergie dans les composés organiques.
  - l'énergie lumineuse est emmagasinée dans les plantes lorsque la photosynthèse utilise l'énergie lumineuse pour synthétiser des glucides, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 2, Sciences 10, sur la structure et la fonction des membranes, et en :
    - expliquant, en termes généraux, comment les pigments absorbent la lumière, transfèrent cette énergie en pouvoir de réduction dans le nicotinamide - adénine - dinucléotide, la forme réduite (NADH) et en potentiel chimique dans l'ATP par chimiosmose, décrivant où ces processus se produisent. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.);
    - expliquant, en termes généraux, comment les produits des réactions lumineuses, NADH et ATP, sont utilisés pour réduire le carbone dans le cycle de Calvin-Benson, décrivant où dans la cellule se produit ce processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- employer des techniques de chromatographie pour démontrer que les feuilles des plantes contiennent une gamme de pigments;
- employer des méthodes expérimentales pour démontrer, quantitativement, que les feuilles des plantes produisent de l'amidon en présence de lumière;
- établir des analogies entre la mise en réserve d'énergie par la photosynthèse et par des systèmes électrogènes solaires.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment l'énergie lumineuse du soleil est emmagasinée dans les composés organiques par la photosynthèse; et en utilisant la chromatographie pour démontrer, quantitativement, l'emmagasinage d'énergie chez les plantes; et en établissant des analogies entre l'emmagasinage d'énergie biologique et l'emmagasinage solaire actif, dans le contexte :

- d'analyser le rôle de la photosynthèse comme base biologique de l'agriculture et de l'industrie forestière;

OU

- de faire des recherches et d'analyser l'effet d'herbicides sur la biochimie de la photosynthèse;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. La respiration libère l'énergie potentielle des composés organiques.

- la respiration cellulaire comporte la libération d'énergie emmagasinée dans les glucides, entre autres molécules organiques, en étendant ce qu'ils ont appris dans le Module 2, Sciences 10, et en :

- expliquant, en termes généraux, comment les glucides sont oxydés lors de la glycolyse et du cycle de Krebs pour produire le pouvoir de réduction dans le NADH et le flavine - adénine - dinucléotide, la forme réduite (FADH) et le potentiel chimique en ATP, et en décrivant où dans la cellule se produisent ces processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.);
- expliquant, en termes généraux, comment la chimiosmose convertit le pouvoir de réduction du NADH et du FADH en potentiel chimique de l'ATP, décrivant où dans la cellule se produit ce processus. (Ce point nécessite une compréhension générale du processus, mais ne nécessite pas de connaissances spécifiques de biochimie.);
- expliquant le rôle de l'oxygène dans la respiration cellulaire (par exemple, aérobique, anaérobique);
- résumant et expliquant le rôle de l'ATP dans le métabolisme (par exemple, synthèse, mouvement, transport actif);
- expliquant comment les polluants environnementaux comme le cyanure ou le sulfure d'hydrogène influencent la respiration cellulaire.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- concevoir et faire une expérience pour démontrer que la chaleur est un sous-produit de la respiration des organismes autotrophes et hétérotrophes;
- démontrer que la respiration cause l'oxydation et des échanges de gaz;
- utiliser des méthodes expérimentales pour démontrer, quantitativement, la consommation d'oxygène d'un animal;
- établir des analogies entre le rôle de l'ATP dans une cellule et celui de l'argent dans un système économique;
- enquêter sur l'action des toxines métaboliques, telles que le sulfure d'hydrogène, sur la respiration cellulaire.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que l'énergie potentielle emmagasinée dans les composés organiques est libérée par les processus métaboliques cellulaires, le rôle de l'oxygène et de l'ATP, et l'influence de l'environnement sur ces processus; et en démontrant, expérimentalement, l'échange gazeux hétérotrophe; en concevant et en faisant des expériences métaboliques et en recherchant l'action des toxines métaboliques, dans le contexte :

- de discuter des moyens par lesquels les composés spécifiques libérés dans l'environnement, par la société, peuvent avoir des effets métaboliques précis sur les humains, les animaux et les plantes, et l'avantage d'en régler la libération;

OU

- d'évaluer l'impact de la recherche en biochimie cellulaire sur les stratégies d'entraînement pour les athlètes;

OU

- de faire des recherches sur la technologie de la production du méthane à partir de déchets organiques, et en analysant l'impact de cette technologie sur les sociétés dans les pays sous-développés;

OU

- tout autre contexte pertinent.



## MODULE 3 : ÉCHANGE DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Diversité, Énergie, Matière et Systèmes*

Dans le Module 3, les facteurs biotiques et abiotiques qui caractérisent l'échange de *matière* et d'*énergie* dans les *écosystèmes* terrestres et aquatiques sont examinés. Le module se termine par une révision du processus de l'évolution organique par la sélection naturelle. Ce processus fournit un *système* modèle pour expliquer comment la production de la *diversité* permet la sélection d'organismes mieux adaptés aux rôles qu'ils jouent dans leur *écosystème*.

Ce module approfondit les thèmes abordés dans les Modules 1 et 2, Biologie 20, en établissant un lien entre la biosphère et les phénomènes cellulaires discutés antérieurement, tout en examinant le flux d'*énergie* et de *matière* dans les *écosystèmes*. Ce module fournit un contexte général des échanges entre les organismes et leur environnement et prépare les élèves pour l'analyse des populations et des communautés dans le Module 4, Biologie 30 : Changement dans les populations et communautés.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la biosphère se compose d'une *diversité* de biomes, munis chacun de facteurs biotiques et abiotiques distincts;
- les *écosystèmes* ont une structure caractéristique, déterminée par le flux d'*énergie* et de *matière*;
- les populations sont les composantes de base d'une structure d'*écosystème*.

Dans ce module, les *élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités de recherche sur les *écosystèmes*;

- recueillir et enregistrer des données pertinentes sur les composantes abiotiques et biotiques d'un *écosystème*;
- analyser des données quantitatives sur la diversité des organismes et sur les facteurs abiotiques d'un *écosystème*;
- relier, synthétiser et intégrer l'échange d'*énergie* et de *matière* dans les *écosystèmes* et prédire les résultats de ces *écosystèmes*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- reconnaître la *diversité* des *écosystèmes*;
- apprécier de savoir que tous les organismes ont un rôle important à jouer dans le maintien de la vie sur la planète;
- prendre conscience de leur rôle personnel dans la sauvegarde de l'environnement;
- prendre conscience de leur responsabilité vis-à-vis de l'emploi de l'environnement;
- reconnaître la nature multidimensionnelle des questions de sciences, de technologie et de société;
- apprécier les contributions et les limites des connaissances scientifiques et technologiques à la prise de décisions en matière de société;
- apprécier la nécessité de savoir s'adapter aux *changements* de l'environnement;

- acquérir de l'intérêt pour la valeur explicative de la synthèse moderne de la théorie darwinienne de l'évolution, pour tous les aspects de la biologie, à tous les niveaux organisationnels, aussi bien que pour les limites de la théorie;
- respecter et tolérer les convictions personnelles et religieuses des autres.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. La biosphère se compose d'une *diversité* de biomes, munis chacun de facteurs biotiques et abiotiques distincts.
  - la biosphère est composée de biomes, constitués chacun de nombreux écosystèmes différents, caractérisés par des facteurs physiographiques, climatiques, édaphiques (sol) et biotiques, en :
    - décrivant comment l'échange d'énergie et de matière contribue à l'existence des principaux biomes de la biosphère (par exemple, toundra, taïga, forêt décidue, forêt pluviale);
    - identifiant les facteurs biotiques et abiotiques d'un écosystème et en expliquant comment ils influencent un écosystème aquatique et terrestre dans la région de leur centre d'apprentissage (par exemple, cours d'eau ou lac, prairie, forêt boréale, terrain de jeu, terrain vacant).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- faire une étude de terrain et mesurer, quantitativement, les facteurs abiotiques comme la température, les précipitations, l'épaisseur de la neige, l'épaisseur de la glace, l'intensité lumineuse, le pH, la dureté et la teneur en oxygène, selon le cas, dans des écosystèmes aquatiques et terrestres, et pour présenter leurs données sous forme de tableaux et de graphiques qui décrivent, en termes généraux, la structure abiotique de l'écosystème choisi;
- faire une étude de terrain, recueillir et analyser qualitativement et quantitativement des données sur la diversité des plantes, des animaux et des décomposeurs, dans un écosystème choisi, et présenter leurs données de sorte à décrire, en termes généraux, la structure biotique de l'écosystème choisi;
- formuler une hypothèse sur le rôle écologique des facteurs abiotiques (par exemple, effet albedo);
- évaluer le degré de fiabilité des ressources utilisées pour l'évaluation ou l'analyse, leur degré de parti pris/dérogation;
- évaluer le degré de fiabilité des technologies utilisées pour la mesure et identifier leur précision.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que la biosphère est composée de biomes et d'écosystèmes, chacun étant caractérisé par leur échange d'énergie et de matière; et en faisant des études de terrain, mesurant, recueillant et analysant des données biotiques et abiotiques; en évaluant le degré de fiabilité des ressources et de la technologie; en formulant des hypothèses sur les rôles écologiques de la neige et de la glace, et en prédisant l'avenir des écosystèmes, dans le contexte :

- d'évaluer l'impact possible que l'activité humaine a eu ou pourrait avoir sur les écosystèmes choisis;

OU

- d'analyser les besoins et les intérêts de la société qui peuvent influencer la qualité naturelle de l'eau employée pour la consommation humaine;

OU

- de discuter de l'impact des techniques de «coupe et feu» et de coupe à blanc sur la stabilité d'un écosystème et sur son flux d'énergie;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Les *écosystèmes* ont des structures caractéristiques, déterminées par l'échange d'énergie et de matière.

- la structure d'un écosystème peut être décrite en :
  - expliquant quantitativement, la structure de l'écosystème en fonction des niveaux trophiques, à l'aide de modèles tels que les chaînes et les réseaux alimentaires;
  - expliquant quantitativement, l'échange d'énergie et de matière au sein d'un écosystème, à l'aide de modèles, tels que les pyramides.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- recueillir de l'information et construire un modèle qui illustre le réseau alimentaire d'un écosystème choisi;
- évaluer, quantitativement, l'échange d'énergie et de matière dans un écosystème choisi, à l'aide d'une pyramide de masse ou de nombres;
- analyser des données sur la diversité des plantes, des animaux et des décomposeurs qui constituent l'élément biotique d'un écosystème choisi qui est en danger, et prédire l'avenir de cet écosystème.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment la nature de l'échange d'énergie et de matière détermine la structure de l'écosystème et en représentant cette information dans des modèles; et en ramassant et analysant l'information sur l'échange d'énergie et de matière, et en construisant des modèles à partir de cette information, dans le contexte :

- de discuter de l'impact de l'assèchement des marécages pour fins de «réclamation» et la responsabilité de la société face à l'utilisation judicieuse des ressources naturelles;

OU

- d'analyser l'interdépendance entre les métaux lourds et leur introduction dans l'environnement et dans la chaîne et les réseaux alimentaires naturels et l'impact sur la qualité de la vie;

OU

- de faire des recherches sur l'effet qu'a la monoculture d'une seule espèce sur les réseaux alimentaires et sur la diversité des espèces dans l'écosystème, et l'influence des besoins et des intérêts de la société sur cette pratique;

OU

- d'évaluer l'impact environnemental de l'introduction de nouvelles espèces dans un écosystème isolé et bien établi, et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent qu' :*

3. Les populations sont les composantes de base des écosystèmes.

- il y a beaucoup de variations au sein des populations, en :
  - décrivant la nature de la variation à l'intérieur des populations (par exemple, inné vs acquis, continu vs discontinu et comprenant qu'une connaissance détaillée spécifique de la génétique, qui est discutée au Module 3, Biologie 30, n'est pas nécessaire);
  - expliquant comment les populations sont adaptées à leur environnement (par exemple, résistance aux drogues, tolérance au froid);
  - expliquant, en termes généraux, comment il existe une vaste gamme de variations à l'intérieur des populations individuelles (par exemple, groupes sanguins, enzymes);
  - résumant et décrivant certaines preuves à l'appui de l'évolution des espèces modernes à partir de formes ancestrales (par exemple, hominidés, chevaux);
  - expliquant comment la sélection naturelle agit sur la variabilité au sein des populations et amène des changements dans l'évolution.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- concevoir et faire une expérience pour mesurer la variation innée dans une population animale ou végétale;
- formuler des hypothèses sur la signification adaptative des variations dans une gamme de structures homologues dans des organismes existants et disparus;
- recueillir et analyser des données réelles et simulées, sur une espèce de plante ou d'animal pour démontrer comment la morphologie de l'organisme a évolué au fil des âges (par exemple, le maïs, les pinsons de Darwin, les arpeuteuses cornues).

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que les populations sont les composantes de base des écosystèmes, y compris une gamme de variations, l'adaptation environnementale et les preuves supportant l'évolution; et en créant et en faisant des expériences pour mesurer la variation, en formulant une hypothèse sur l'importance des variations, et en analysant les changements morphologiques sur une période de temps, dans le contexte :

- de discuter de la nature des sciences en tant que moyen d'acquérir des connaissances, par rapport à d'autres moyens d'acquérir des connaissances (par exemple, origine de la vie);

OU

- de décrire comment la paléontologie et le rôle des preuves dans l'accumulation des connaissances a fourni des données inestimables aux théories qui expliquent les variations observables chez les organismes au fil des âges;

OU

- de comparer les points de vue de la société contemporaine à ceux de l'époque de Darwin, par rapport aux théories de variation et de transformation des espèces; et de réaliser que la science ne peut pas donner des réponses complètes;

OU

- de faire des recherches sur les contributions de Charles Lyell, Thomas Malthus et Alfred Wallace, entre autres, à la compréhension du changement des espèces de Darwin, le rôle des preuves dans l'accumulation des connaissances, et la formulation éventuelle du concept de la sélection naturelle et de l'origine des espèces de Darwin;

OU

- tout autre contexte pertinent.



## MODULE 4 : ÉCHANGE DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE PAR L'ORGANISME HUMAIN

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Énergie, Équilibre, Matière et Systèmes*

Dans le Module 4, l'organisme humain sert de *système* modèle à l'étude des processus qui régissent les interactions entre les organismes et leur environnement, afin de maintenir l'*équilibre* métabolique. *Énergie* et *matière* sont échangées entre les humains et leur environnement au cours des processus de respiration, de digestion et d'excrétion. Ces processus se font à l'aide d'un *système/appareil* circulatoire qui fait aussi partie d'un *système* de défense. La régulation des interactions entre les organismes pathogéniques et l'organisme humain aident à maintenir l'*équilibre* métabolique.

Ce module approfondit les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, et dans d'autres modules de ce cours. Ce module fournit le contexte structural et fonctionnel dans lequel les *systèmes* de contrôle peuvent être étudiés en Biologie 30, Module 1 : Systèmes réglant les transformations dans les organismes humains.

Les trois **concepts** majeurs présentés dans ce module sont :

- les *systèmes* digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent *énergie* et *matière* avec l'environnement;
- le *système* excréteur de l'organisme humain échange *énergie* et *matière* avec l'environnement;
- le *système* circulatoire de l'organisme humain transporte l'*énergie* et la *matière* pour maintenir l'*équilibre* entre les *systèmes* du corps ainsi qu'avec son environnement extérieur.

Dans ce module, les *élèves* acquerront les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités pour enquêter sur le rôle de certains *systèmes* d'organes humains dans l'échange d'*énergie* et de *matière*;
- recueillir et enregistrer les données biochimiques pertinentes sur une variété de processus physiologiques;
- analyser des données et de l'information provenant d'une variété d'expériences biochimiques et physiologiques;
- relier, synthétiser et intégrer en faisant des analogies entre les villosités, les alvéoles, les néphrons et les capillaires; et intégrer l'information des modèles, simulations et recherches pour montrer comment l'*équilibre* est maintenu par rapport à l'échange de *matière* et d'*énergie*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

## ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- reconnaître l'importance des rapports entre l'organisme humain et son environnement pour maintenir l'homéostasie;
- reconnaître l'organisation hiérarchique de l'organisme humain;
- entretenir leur curiosité sur la structure et la fonction des *systèmes* de l'organisme humain; et leur rôle dans le maintien d'un *équilibre* avec l'environnement;
- reconnaître comment les appareils digestif, respiratoire, excréteur et les *systèmes* de défense sont étroitement liés à la respiration cellulaire;
- prendre l'engagement de s'instruire sur la fonction des organes et *appareils/systèmes* de l'organisme humain et sur l'importance de se maintenir en bonne santé;
- reconnaître la nature complexe et précise du *système* immunitaire et sa sensibilité à des facteurs comme le stress et l'infection;
- reconnaître la nature interactive des sciences et de la technologie dans le développement de produits et de processus pour favoriser ou inhiber le fonctionnement des *systèmes/appareils* de l'organisme humain;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'emploi des sciences et de la technologie pour influencer le fonctionnement de l'organisme humain.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. Les *systèmes* digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent *matière* et *énergie* avec l'environnement.
  - l'organisme humain, comme tout autre organisme, doit échanger la matière et l'énergie, en élaborant les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10, sur les concepts de diffusion, d'osmose et de transport actif, et en :
    - décrivant l'absorption de matière provenant de l'environnement, son traitement chimique et physique dans l'appareil digestif pour se retrouver dans le flot sanguin et la restitution à l'environnement des matières qui restent;
    - expliquant les échanges de gaz et de chaleur entre l'organisme humain et son environnement.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- observer les principales caractéristiques des appareils/systèmes digestif et circulatoire d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'organismes disséqués, et de dessiner et légender avec exactitude des croquis de ces appareils/systèmes (par exemple, villosités, alvéoles);
- employer des tests chimiques qualitatifs dans des expériences pour dépister, dans les aliments, la présence de molécules organiques tels que les glucides, les lipides et les protéines;
- concevoir et faire une expérience calorimétrique pour déterminer, en termes quantitatifs, l'énergie potentielle des glucides et des matières grasses dans les aliments;
- concevoir et faire une expérience pour démontrer l'action des enzymes digestives dans un tissu animal et végétal (par exemple, patate, foie);
- concevoir et faire des expériences pour examiner l'influence de la concentration d'enzymes, de la température et du pH sur l'activité des enzymes (par exemple, pepsine, pancréatine);
- concevoir et faire des expériences pour étudier le mécanisme de la respiration (par exemple, volume pulmonaire, rythme respiratoire).

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que les systèmes digestif et respiratoire de l'organisme humain échangent énergie et matière avec l'environnement; et en observant la structure et le rôle du système; en concevant et faisant des expériences qui permettent d'identifier la matière échangée, de quantifier l'énergie échangée, de rechercher le rôle des enzymes et les mécanismes des échanges gazeux, dans le contexte :

- de discuter et d'évaluer le rôle des additifs alimentaires (par exemple, antioxydants; technologie de l'irradiation; de résoudre le problème de la détérioration de la nourriture);

OU

- d'expliquer la base biologique des carences alimentaires, et d'évaluer comment le régime alimentaire peut avoir un effet néfaste sur l'équilibre des autres systèmes de l'organisme (par exemple, anorexie «nerveuse»);

OU

- d'évaluer les effets physiologiques de drogues légales telles que l'alcool et la nicotine sur les fonctions digestives et respiratoires;

OU

- d'évaluer les questions éthiques afférentes aux transplantations d'organes, en termes des besoins, des intérêts et du support financier de la société par rapport à la recherche scientifique et technologique dans ce domaine (par exemple, définitions scientifique et sociale de la mort);

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Le *système* excréteur de l'organisme humain échange *énergie* et *matière* avec l'environnement.
- l'organisme humain, comme tout autre organisme, doit maintenir un équilibre par rapport à son environnement interne, en :
    - expliquant le rôle du rein dans l'excrétion du corps des déchets métaboliques et leur rejet dans l'environnement;
    - expliquant comment le système excréteur maintient l'équilibre interne par rapport à l'eau, au pH et aux ions.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- faire une expérience afin d'examiner la composition d'une urine artificielle, analyser les données et résumer le rôle que jouent les reins dans le maintien de l'homéostasie du pH, de l'eau et des substances ioniques;
- faire une recherche sur le système excréteur humain et concevoir un modèle décrivant étape par étape comment le corps humain maintient l'homéostasie de l'eau et des ions et ce, soit dans une situation où l'ingestion d'eau est grande (ingestion de grandes quantités de thé ou boissons gazeuses caféinées), soit lorsque l'ingestion d'ions sodium est grande (pizza aux anchois, fromage);
- faire des analogies entre le rôle du rein et la dialyse rénale et péritonéale.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant le rôle que joue le système excréteur humain dans l'excrétion des déchets et dans la balance de l'eau et des ions; et en faisant des expériences sur la composition d'une urine artificielle, en analysant des données pour résumer le rôle des reins; et en faisant une recherche sur le système excréteur humain dans le but de concevoir des modèles illustrant le rôle des reins, dans le contexte :

- d'identifier les pathologies spécifiques des appareils/systèmes digestif, excréteur, respiratoire et circulatoire, et la technologie employée pour atténuer ou guérir les problèmes;

OU

- d'examiner les rapports entre le mode de vie, l'hypertension et la fonction rénale;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

3. Le système circulatoire de l'organisme humain transporte l'énergie et la matière pour maintenir l'équilibre entre les systèmes du corps ainsi qu'avec son environnement extérieur.
- l'organisme humain doit maintenir un équilibre interne par rapport aux organes et aux systèmes d'organes ainsi qu'avec son environnement extérieur, en :
    - expliquant le rôle que joue l'appareil circulatoire en aidant les échanges de matière et d'énergie des appareils digestif, excréteur, respiratoire avec l'environnement;
    - expliquant le rôle de la surface du corps dans le maintien de l'équilibre des organismes (par exemple, régulation de la température, protection contre les organismes pathogènes);
    - décrivant les principales composantes du sang et le rôle qu'elles jouent dans le transport, et leur rôle dans la résistance contre des organismes pathogènes (par exemple, les érythrocytes, les leucocytes, les plaquettes, le plasma);
    - faisant la liste des composantes cellulaires et non cellulaires majeures du système immunitaire humain et en décrivant leur rôle : macrophage, lymphocyte T auxiliaire, lymphocyte B, lymphocyte T effecteur, lymphocyte T suppresseur, lymphocyte T à mémoire.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- observer les principales caractéristiques des appareils/systèmes circulatoire et excréteur d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'organismes disséqués, et identifier correctement les structures à partir de dessins de ces systèmes;
- résumer, à partir de modèles, de simulations informatiques ou d'un organe disséqué, les structures et la direction de la circulation sanguine à travers un cœur de mammifère;
- observer la circulation du sang dans les capillaires d'un organisme vivant;
- faire des expériences pour montrer la pression veineuse humaine en termes quantitatifs;
- mesurer et interpréter leur propre tension artérielle et étudier le rôle de l'exercice physique dans la régulation de la tension artérielle;
- employer un microscope pour examiner des lames préparées de sang humain afin d'observer la morphologie et l'abondance relative des composants cellulaires du sang;
- rechercher et concevoir une simulation ou un modèle sur le fonctionnement des principales composantes du système immunitaire humain.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que le système circulatoire humain maintient l'équilibre entre les systèmes ainsi qu'avec l'environnement extérieur, en échangeant l'énergie thermique, et en fournissant la protection pathogénique grâce au système immunitaire et à ses composantes cellulaires; et en observant la morphologie des systèmes circulatoire et excréteur et la circulation capillaire, en mesurant la pression du système; et en faisant de la recherche et en concevant des modèles de système immunitaire, dans le contexte :
- de faire des recherches sur les perturbations à l'équilibre circulatoire humain que causent les brûlures graves;

OU

- d'analyser comment l'appareil circulatoire peut contribuer à l'acheminement des médicaments vendus sur ordonnance vers leurs sites d'action;

OU

- de décrire comment la biotechnologie maintient un équilibre interne par rapport aux organismes pathogéniques;

OU

- d'évaluer les besoins, l'intérêt et le support financier de la société par rapport à la prévention de la propagation des organismes causant des maladies comme le *staphylocoque*, le virus de la petite vérole et le virus d'immunodéficience humaine (HIV);

OU

- tout autre contexte pertinent.







# BIOLOGIE 30

## MODULE 1 : SYSTÈMES RÉGLANT LES TRANSFORMATIONS DANS LES ORGANISMES HUMAINS

### VUE GÉNÉRALE

#### Thèmes scientifiques : *Équilibre et Systèmes*

Dans le Module 1, l'organisme humain est employé comme *système* modèle pour étudier le maintien de l'*équilibre* d'un organisme avec son environnement interne et externe au moyen de fonctions métaboliques ou de comportements particuliers. Les glandes endocrines et d'autres *systèmes* responsables de l'*équilibre* physiologique sont réglés par des hormones. L'étude de l'interaction entre le *système* neural et l'appareil endocrinien conduit à un examen du fonctionnement des *systèmes* nerveux central et périphérique, et la capacité de ceux-ci de percevoir l'environnement et d'y répondre. Cette capacité s'avère importante pour maintenir l'*équilibre* de l'organisme.

Ce module approfondit les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20 : Échange de matière et d'énergie par l'organisme humain, en examinant les processus biologiques qui régulent les interactions entre les organismes et leur environnement en vue de maintenir un *équilibre* souhaitable. Ce module mène à une étude plus approfondie des *systèmes* de contrôle présentés au module suivant et à des études postsecondaires.

Les deux concepts majeurs présentés dans ce module sont :

- les humains règlent leurs processus physiologiques à l'aide de *systèmes* de contrôle électrochimiques;
- les humains maintiennent l'homéostasie au moyen de *systèmes* de contrôle chimiques complexes.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront les habiletés et les processus cognitifs* associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui démontrent la réponse de l'être humain à une variété de stimuli environnementaux de sorte à maintenir son *équilibre*;
- recueillir et enregistrer des données neurales et hormonales à partir d'observations et de recherches publiées;
- analyser des données physiologiques;
- relier, synthétiser et intégrer des données sur des activités servant à prédire le rôle des *systèmes* de contrôle dans le maintien de l'*équilibre* de l'organisme;
- évaluer le processus de la recherche au niveau hormonal et neural et identifier ses limites.

Les rapports STS de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique.

## ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- entretenir leur curiosité sur la structure et la fonction des *systèmes* de contrôle endocrinien et neural de l'organisme humain et leur rôle dans le maintien de l'homéostasie;
- reconnaître la nature complexe et précise des *systèmes* neural et endocrinien, et l'importance de leurs fonctions d'intégration dans le maintien de l'équilibre;
- prendre l'engagement de s'instruire sur le fonctionnement des *systèmes* neural et endocrinien et sur l'importance de se maintenir en bonne santé;
- reconnaître la nature interactive des sciences et de la technologie dans le développement de produits et de processus qui favorisent ou inhibent le fonctionnement des *systèmes/appareils* de l'organisme humain;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'emploi des sciences et de la technologie pour influencer le fonctionnement de l'organisme humain.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. Les humains règlent leurs processus physiologiques à l'aide de *systèmes* de contrôle électro-chimiques.
- l'organisme humain, tout comme les autres organismes, maintient un contrôle sur son environnement interne par ses systèmes neuraux, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 1, Sciences 10, les systèmes, dans le Module 2, Sciences 10, les processus cellulaires, et dans le Module 4, Biologie 20, sur les systèmes biologiques servant à maintenir l'équilibre de l'organisme avec l'environnement, et en :
    - décrivant la structure et le rôle d'un neurone, et de la gaine de myéline, expliquant la formation et la transmission d'un potentiel d'action et la transmission d'un signal à travers une synapse ou une jonction neuromusculaire et les principaux transmetteurs chimiques impliqués (par exemple, la noradrénaline, l'acétylcholine, et l'enzyme qui les décompose);
    - identifiant les principales structures de systèmes nerveux central et périphérique, et expliquant leur fonctionnement dans la régulation des systèmes/appareils volontaires et involontaires de l'organisme humain, hémisphères cérébraux, cervelets, bulbe rachidien, hypothalamus, hypophyse, moelle épinière, systèmes nerveux sympathique et parasympathique;
    - expliquant comment les organismes humains perçoivent leur environnement et leur orientation spatiale dans cet environnement (par exemple, récepteurs auditifs, visuel, peaucier, olfactif et propriocepteurs).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- observer les neurones et les jonctions neuromusculaires sur les lames de microscope préparées;
- concevoir et faire des expériences pour étudier la physiologie des arcs réflexes;
- observer les caractéristiques principales du cerveau d'un mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'un cerveau de mammifère disséqué, et légender correctement les principales structures de cet organe sur des dessins;
- observer les caractéristiques principales d'un œil et d'une oreille de mammifère à l'aide de modèles, de simulations informatiques ou d'un œil de mammifère disséqué, et légender correctement les principales structures de ces organes sur des dessins;
- concevoir et faire une expérience pour étudier leurs récepteurs à la chaleur, au froid, à la pression et au toucher, et leur capacité de percevoir leur environnement;
- faire une expérience pour mesurer leur capacité de distinguer des objets visuellement et d'entendre une gamme de sons.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment les processus physiologiques humains sont régularisés par des systèmes de contrôle électrochimiques, décrivant la structure et le rôle des neurones, les systèmes nerveux central et périphériques, et les transducteurs sensoriels; et/ou en observant les principales caractéristiques d'un neurone, d'un cerveau et d'un œil de mammifère; et en concevant et faisant des expériences pour étudier les arcs réflexes et l'information sensorielle, dans le contexte :
  - d'analyser des preuves expérimentales de l'influence des anesthésiques, des drogues et des produits chimiques naturels et synthétiques sur le fonctionnement du système nerveux et leur rapport aux théories de la dépendance;  
OU
  - de discuter les bases biologiques des maladies comme l'Alzheimer ou la maladie de Parkinson;  
OU
  - de discuter des moyens par lesquels l'avancement de la technologie a contribué à repousser nos limites sensorielles normales pour nous offrir un plus grand accès à notre monde;  
OU
  - d'évaluer l'application des connaissances biologiques au développement de capacités militaires offensives et défensives;  
OU
  - de discuter et d'évaluer l'effet de la technologie sur la longévité et sur la qualité de la vie;  
OU
  - d'évaluer l'impact de la photopériode et de la longueur d'onde lumineuse sur l'être humain;  
OU
  - tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Les humains maintiennent l'homéostasie au moyen de *systèmes* de contrôle chimiques complexes.

- les systèmes endocriniens coordonnent d'autres systèmes d'organes par rétroaction pour maintenir l'homéostasie interne ainsi que l'équilibre de l'organisme avec l'environnement, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20, et en :

- identifiant les principales glandes endocrines de l'organisme humain (par exemple, le complexe hypothalamus/hypophyse, la thyroïde, les surrénales, les îlots de cellules du pancréas);
- décrivant les hormones des principales glandes endocrines (par exemple, TSH/thyroxine, ACTH/cortisol, glucagon/insuline, HGH, ADH, épinéphrine);
- expliquant le rôle métabolique que les hormones jouent dans l'homéostasie (par exemple, la thyroxine et le métabolisme, HGH et la croissance, ADH et la régulation de l'eau, l'insuline et la régulation du sucre dans le sang);
- expliquant comment le système endocrinien permet aux organismes humains de percevoir leur environnement et d'y répondre de manière appropriée (par exemple, métabolisme du sucre);
- expliquant comment les systèmes de contrôle endocrinien et neural agissent ensemble (par exemple, le stress et les surrénales).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- inférer le rôle de l'insuline dans la régulation du sucre dans le sang, en faisant une expérience pour examiner la présence de sucres réducteurs dans l'urine (simulée), et comparer les résultats avec des données d'analyse d'urine; et/ou étudier le rôle de l'insuline dans la régulation du sucre à l'aide d'une simulation informatique;
- inférer le rôle de l'aldostérone et de l'ADH dans le maintien de l'homéostasie de l'eau et des ions, en analysant et interprétant des données sur la composition du sang et de l'urine;
- formuler des hypothèses à partir de données publiées sur un facteur environnemental qui peut être détecté et répondre par un organisme humain (par exemple, la lumière ultraviolette et la déposition de pigments, le régime alimentaire et le rôle de la thyroïde);
- étudier, identifier et résumer les principaux composants hormonaux et nerveux du «Syndrome d'adaptation générale».

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que l'homéostasie des organes et des systèmes d'organes est régularisée, en partie par des systèmes de contrôle chimiques et en décrivant les principales composantes et les hormones du système endocrinien humain, leur rôle métabolique, et leur interaction avec le système nerveux; et en inférant et en interprétant à partir de données, le rôle de l'insuline, de l'aldostérone et de l'ADH; et en évaluant les composantes du «syndrome d'adaptation générale», dans le contexte :
  - d'évaluer l'emploi d'hormones produites par la biotechnologie dans le contrôle de problèmes comme le diabète et le nanisme, et dans l'augmentation de la production de lait chez les vaches;  
OU
  - de comparer la nature des mécanismes de contrôle des systèmes technologiques à celle des systèmes de contrôle électrochimiques des organismes;  
OU
  - d'évaluer l'impact de la recherche sur les systèmes de contrôle biochimique dans le monde de l'athlétisme;  
OU
  - d'expliquer le rapport entre la lumière ultraviolette, la diminution de l'ozone et la déposition de pigments à l'intérieur même des cellules de la peau;  
OU
  - de discuter de l'utilisation des hormones thérapeutiques pour le traitement des humains (par exemple, hormone de croissance et vieillissement, stéroïdes et sports);  
OU
  - tout autre contexte pertinent.



## MODULE 2 : REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Systèmes et Changements*

Dans le Module 2, on étudie le concept de la reproduction comme moyen indispensable à la survie de l'espèce. Les processus associés à la reproduction et au développement sont revus ici pour illustrer leur régulation physiologique en utilisant l'organisme humain comme *système* modèle. Un *changement* peut être provoqué dans l'appareil reproducteur et dans les autres *systèmes* par les hormones des diverses glandes. Un *changement* peut aussi avoir lieu lors de la production de gamètes, qui se fusionnent ensuite pour former des zygotes et subir un développement. On examine la régulation de ces processus par les *systèmes* hormonaux. Les *systèmes/appareils* associés à la parturition et à la lactation sont réglés par des hormones.

Ce module approfondit ce qui a été appris sur les *systèmes* de contrôle biologique dans le module précédent. Il mène à une étude plus détaillée de la gamétogénèse et de la génétique dans le module suivant et dans des études postsecondaires.

Les trois **concepts** majeurs présentés dans ce module sont :

- les humains et les autres organismes ont des *systèmes/appareils* reproducteurs complexes pour assurer la survie de l'espèce;
- le succès de la reproduction des organismes est réglé par des *systèmes* de contrôle chimiques;
- la différenciation des cellules et le développement de l'organisme sont réglés par l'effet combiné de la génétique, l'endocrinologie et les influences environnementales.

Dans ce module, les *élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir et enregistrer des données sur la reproduction;

- analyser des informations obtenues par la recherche sur des données hormonales et sur des phénomènes physiologiques;
- relier, synthétiser et assimiler, à partir des informations obtenues par la recherche, l'influence des facteurs internes et environnementaux sur le développement de la longévité;
- évaluer les processus ou résultats des connaissances des chercheurs sur la reproduction humaine et les conséquences ou les limites de leurs recherches.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- reconnaître que l'étude de la reproduction comporte des aspects biologiques et sociétaux;
- reconnaître le lien entre santé, reproduction et développement;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'application de la recherche scientifique et/ou des nouveautés technologiques aux processus de reproduction et de développement;

- reconnaître le caractère multidimensionnel des sciences, de la technologie et des questions sociétales;
- respecter et tolérer les convictions personnelles et religieuses des autres.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. Les humains et les autres organismes ont des *systèmes/appareils* reproducteurs complexes pour assurer la survie de l'espèce.
  - les organismes humains ont évolué une série spécialisée de conduits et de tubes pour faciliter l'union de l'ovule et du sperme, en :
    - décrivant les facteurs hormonaux et chromosomiques et expliquant les phénomènes physiologiques menant à la formation des organes reproducteurs primaires (gonades) et secondaires (structures associées) dans le fœtus mâle et femelle;
    - identifiant les structures et décrivant leurs rôles dans les systèmes reproducteurs mâle et femelle (par exemple, ovaires, trompes de Fallope, utérus, col, vagin, testicules, épидидyme, canal déférent, vésicules séminales, prostate, pénis);
    - expliquant comment les maladies transmises sexuellement peuvent nuire au passage des ovules et du sperme (par exemple, chlamydia, gonorrhée).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- observer les principales caractéristiques du système reproducteur humain à l'aide de modèles ou simulations informatiques, et en légèder correctement les structures majeures sur un dessin;
- identifier le sperme et les ovules à partir de leurs structures d'appui, à l'aide de lames de microscope préparées des testicules et des ovaires (par exemple, cellules interstitielles, follicule, corps jaune, tubules séminifères).

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant le développement des organes reproducteurs humains; et décrivant les structures anatomiques qui facilitent l'union des gamètes et la survie de l'espèce; et expliquant le rôle que jouent les maladies transmises sexuellement dans ce processus; et en observant les caractéristiques principales du système reproducteur humain et en identifiant les ovules, les spermatozoïdes et les structures d'appui à partir de lames, dans le contexte :

- d'évaluer les conséquences de la technologie de reproduction pour la biologie humaine;

OU

- de discuter des attentes de la communauté scientifique par rapport à la technologie de reproduction;

OU

- d'identifier les types de dommage physiologique et physique causés par le contact avec les organismes de maladies transmises sexuellement chez les mâles et les femelles;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Le succès de la reproduction des organismes est réglé par des *systèmes* de contrôle chimiques.

- le développement de l'anatomie sexuelle et le fonctionnement sexuel sont influencés par des hormones, en :
  - décrivant la participation des hormones à la régulation des caractères sexuels primaires et secondaires;
  - identifiant les principales hormones reproductrices mâles et expliquant leurs interactions dans le maintien et le fonctionnement du système reproducteur mâle (par exemple, testostérone, hormone lutéinisante «LH», hormone folliculo-stimuline «FSH»);
  - identifiant les principales hormones reproductrices femelles et expliquant leurs interactions dans le maintien et le fonctionnement du système reproducteur femelle (par exemple, œstrogène, progestérone, LH, FSH).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- analyser des données sur les hormones sanguines et les phénomènes physiologiques, et inférer les rôles des hormones sexuelles mâles;
- analyser des données sur les hormones sanguines et les phénomènes physiologiques, pour un seul cycle menstruel, et inférer les rôles des hormones sexuelles femelles.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que le succès de la reproduction chez l'être humain, le développement des caractères sexuels secondaires, la formation des gamètes et le maintien du système reproducteur sont régulés par des hormones; et en analysant et inférant à partir de données et de phénomènes physiologiques, les rôles des hormones sexuels, dans le contexte :

- de faire des recherches sur les effets d'un traitement prolongé d'œstrogène et/ou de progestérone sur la santé des femmes;

OU

- d'expliquer comment l'homéostasie des hormones reproductrices est modifiée par le processus de vieillissement;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

3. La différenciation des cellules et le développement de l'organisme sont réglés par l'effet combiné de la génétique de l'endocrinologie et des influences environnementales.

- les phénomènes suivant la conception sont réglés par l'effet combiné de la génétique, de l'endocrinologie et des influences environnementales, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 4, Biologie 20, et en :

- décrivant les phénomènes de fécondation, d'implantation, de formation de la membrane extra-embryonnaire (par exemple, amnios, chorion, sac vitellin, placenta) du développement de l'embryon, de la parturition et de la lactation et les mécanismes de ces phénomènes (par exemple, progestérone, LH, gonadotropine chorionique, ocytocine);
- décrivant le développement fœtal depuis la fécondation jusqu'au terme, et les principaux phénomènes physiologiques qui se produisent dans le développement des systèmes d'organes durant chaque étape majeure (trimestre) de ce développement et de l'influence des facteurs environnementaux sur le développement de ces systèmes (par exemple, alcool, drogues, pathogènes);
- décrivant la base physiologique ou mécanique de différentes technologies de reproduction (par exemple, contrôle de la conception, fertilisation in vitro, renversement d'infertilité).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- observer les stades de développement d'un embryon à l'aide de matière vivante telle qu'un embryon de poussin, de lames de microscope préparées, de modèles ou de simulations informatiques, et extrapoler sur le développement du fœtus humain à partir de ces phénomènes;
- étudier les effets de facteurs environnementaux, tels que l'alcool et les drogues sans ordonnance, sur le développement du fœtus humain;
- évaluer, à partir de données publiées, l'efficacité et la sécurité de diverses méthodes de technologie de reproduction;
- interpréter des données hormonales provenant de recherches publiées (par exemple, test de grossesse).

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment le développement, à partir de la conception, est réglé par la génétique, les hormones et l'environnement; et décrivant ces phénomènes de développement et les technologies qui les influencent; et en observant des lames de microscope, des modèles ou des simulations informatiques du développement embryonnaire non humain, en recherchant les effets de l'environnement sur l'embryon/le fœtus et évaluant la sécurité de la technologie de reproduction, dans le contexte :
  - d'analyser l'utilisation de la technologie pour résoudre les problèmes d'incompatibilité entre le fœtus et la mère, et les solutions possibles à ces problèmes;  
OU
  - d'évaluer l'impact sociétal des technologies de reproduction imagées (par exemple, échographie, rayon d'image de résonnance magnétique (MRI), rayons X);  
OU
  - de discuter des façons par lesquelles les connaissances sur le développement du fœtus ont influencé la valeur que la société accorde à la vie;  
OU
  - d'étudier l'impact des drogues et produits chimiques, par exemple l'alcool ou la cocaïne, sur le développement du fœtus;  
OU
  - d'évaluer l'effet de la technologie de contrôle hormonal des naissances sur la démographie des populations dans les pays développés et sous-développés;  
OU
  - tout autre contexte pertinent.



## MODULE 3 : CELLULES, CHROMOSOMES ET ADN

### VUE GÉNÉRALE

Thème scientifique : *La diversité*

Le Module 3 étudie la biologie cellulaire et moléculaire de la mitose et en examine les limites pour fournir la *diversité*. On présente l'importance de la méiose comme moyen par lequel les organismes peuvent introduire la *diversité* dans leurs descendants. Le moment et le lieu de la méiose dans la biologie de reproduction de l'organisme humain fait l'objet de discussion. On revoit les études de la génétique classique pour montrer comment les phénotypes peuvent *changer* au fil des générations. La génétique classique est étendue au niveau moléculaire où on revoit le rôle de l'ADN dans la production de l'ARN, puis des protéines. On examine les principes de l'introduction de *changement* dans les séquences des bases de l'ADN.

Ce module approfondit les connaissances acquises au Module 2, Sciences 10 : Matière et énergie dans les systèmes vivants, qui présentait la division cellulaire simple, et au modèle précédent, qui présentait la spermatogénèse et l'ovogénèse. Ce module mène à l'étude de la génétique des populations dans le module suivant et aux études postsecondaires.

Les trois concepts majeurs présentés dans ce module sont :

- les cellules se divisent pour accroître leur nombre, mais doivent réduire leur nombre de chromosomes avant de se combiner à la fécondation;
- les caractères génétiques sont transmis par des règles simples;
- la génétique classique peut s'expliquer à un niveau moléculaire.

Dans ce module, les élèves acquerront les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités qui montrent les profils de patrimoine génétique et les environnements;
- recueillir et enregistrer des données empiriques sur le gène simple hérité, la division cellulaire et les informations obtenues de simulations informatisées et de modèles;
- analyser des données génétiques publiées et recueillies en vue d'y dépister des tendances, profils et rapports;
- relier, synthétiser et intégrer diverses sortes de renseignements génétique et cellulaire.

Les rapports STS de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- avoir l'esprit ouvert face à de nouvelles preuves et se rendre compte des changements qu'elles peuvent promouvoir;

- reconnaître que l'expansion de la science nécessite des connaissances, des habiletés, des attitudes et prises de risques nouvelles;
- attacher de l'importance au développement de l'information, des sciences et de la technologie tout en continuant à cultiver les valeurs humaines;
- reconnaître l'utilité des compétences de calcul et des habiletés de résolution de problèmes requises pour la génétique classique;
- acquérir une attitude positive face aux habiletés mathématiques et scientifiques;
- reconnaître les dilemmes éthiques qui peuvent se poser par suite de l'application de la recherche scientifique et/ou des nouveautés technologiques dans la mesure où elles se rapportent au domaine de la génétique;
- apprécier et critiquer la recherche et les théories actuelles concernant l'information génétique.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. Les cellules se divisent pour accroître leur nombre mais doivent réduire leur nombre de chromosomes avant de se combiner lors de la fécondation.
  - les chromosomes se dédoublent avant que les cellules se divisent, que les cellules filles obtiennent un jeu complet de chromosomes, que le nombre de chromosomes doit être réduit avant la fécondation et que des variations dans la combinaison des gènes sur un chromosome peuvent se produire pendant cette réduction, en se rappelant du Module 2, Sciences 10, que la croissance peut comporter l'augmentation du nombre de cellules, et en :
    - expliquant, en général, les phénomènes du cycle cellulaire, y compris la cytokinèse, et le comportement des chromosomes lors de la mitose et de la méiose;
    - décrivant le processus de spermatogénèse et d'ovagénèse et le besoin d'avoir une réduction du nombre de chromosomes dans la méiose;
    - décrivant le processus de la non-disjonction et de l'enjambement et leur importance pour le développement de l'organisme;
    - comparant les processus de mitose et de méiose;
    - comparant la formation de jumeaux identiques et de jumeaux fraternels dans une naissance;
    - décrivant la diversité des stratégies de reproduction en comparant l'alternance des générations chez une variété d'animaux et de plantes (par exemple, pin, abeille, mammifère).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- identifier les stades du cycle de la cellule et calculer la durée de chaque stade à partir d'observations faites à partir de lames de microscope préparées de pointes de racine d'oignon;
- préparer des lames de microscope pour pouvoir observer certains stades de la mitose, et de la méiose;
- faire une simulation pour montrer le comportement des chromosomes pendant la méiose;
- faire une recherche sur une série de stratégies de reproduction des plantes à graines et des animaux et présenter les résultats sous forme de graphiques, tableaux ou diagrammes (par exemple, bourgeonnement fission binaire, production de spore);
- préparer des modèles de caryotypes humains et les interpréter.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que la mitose est responsable de la division cellulaire et de la continuité génétique, et que la méiose est responsable de la formation des gamètes et de la variation génétique; et en observant des cellules en division, en faisant des simulations de méiose et en faisant des recherches sur les stratégies de reproduction chez les animaux et les plantes, dans le contexte :

- de discuter du rôle de la mitose et de la biotechnologie dans le processus de régénération des parties endommagées ou manquantes dans un organisme;

OU

- d'évaluer comment la connaissance de la division cellulaire pourrait être appliquée à la limitation de la croissance «cancéreuse» chez les plantes et les animaux;

OU

- de discuter les types et les sources de divers composés de tératogénies dans l'environnement et la responsabilité de la société, au moyen des sciences et de la technologie, afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir;

OU

- d'évaluer l'impact de la recherche sur la reproduction des plantes et des animaux dans notre compréhension de la mitose et de la méiose chez les humains;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Les caractères génétiques sont transmis par des règles simples.

- les chromosomes se composent d'une séquence de gènes et de leurs allèles, et que durant la méiose et la fécondation ces gènes se combinent suivant de nouvelles séquences, en :

- décrivant la preuve de la ségrégation des gènes et l'assortiment indépendant des gènes sur différents chromosomes, tel qu'étudié par Mendel;
- expliquant l'influence de l'enjambement sur l'assortiment des gènes sur le même chromosome (par exemple, linkage de gènes);
- expliquant l'importance des chromosomes sexuels par rapport aux autosomes, tel qu'étudié par Morgan.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- faire des expériences pour examiner les rapports entre le hasard et le patrimoine génétique;
- faire des simulations pour examiner le monohybridisme et le dihybridisme génétiques en utilisant les échiquiers de Punnett;
- concevoir et faire un sondage auprès de leurs pairs et de leur famille pour démontrer la présence sur les traits humains hérités d'allèles simples et d'allèles multiples;
- dessiner et interpréter des tableaux d'ascendance à partir de données sur les profils de patrimoine à allèle simple et multiple chez les humains (par exemple, groupes sanguins);
- prédire quantitativement la probabilité de patrimoine à partir de données sur le monohybridisme et le dihybridisme et l'hérédité lié au sexe;
- concevoir et faire une expérience pour montrer le profil d'un trait hérité contrôlé par une seule paire de gènes.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment les caractères génétiques sont transmis par des règles simples; et décrivant des preuves de la ségrégation des gènes et expliquant l'importance de l'enjambement et des chromosomes sexuels; et en dessinant et interprétant des tableaux d'ascendance; et en faisant des simulations ou des expériences pour prédire des patrons d'hérédité, dans le contexte :

- d'évaluer, de divers points de vue, les besoins et les intérêts de la société et le rôle du service de consultation génétique dans l'identification et le traitement de désordres génétiques qui peuvent être débilissants (par exemple, phénylcétonurie);

OU

- de discuter du rôle des banques de gènes dans le domaine de l'agriculture, pour la préservation des espèces en voie de disparition et des génotypes, en particulier de plantes et d'animaux et la responsabilité qu'à la société de protéger l'environnement pour les générations à venir;

OU

- de discuter de la biotechnologie et de la thérapie de remplacement des gènes dans le traitement des troubles génétiques humains;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

3. La génétique classique peut s'expliquer à un niveau moléculaire.
  - l'information génétique dans les chromosomes est traduite dans la structure des protéines, que l'information peut être manipulée et que l'information manipulée peut être utilisée pour transformer les cellules, en :
    - résumant les phénomènes historiques qui ont menés à la découverte de la structure de la molécule d'ADN telle que décrite par Watson et Crick;
    - décrivant, en général, comment l'information génétique est contenue dans la séquence de bases dans les molécules d'ADN dans les chromosomes, comment les molécules d'ADN se reproduisent, comment l'information génétique subit la transcription en des séquences de bases dans des molécules d'ARN et finalement comment elle subit la traduction en des séquences d'acides aminés formant les protéines;
    - expliquant, en général, comment les enzymes de restriction et les ligases peuvent couper les molécules d'ADN en fragments plus petits et les réassembler avec de nouvelles séquences de bases;
    - expliquant, en général, comment les cellules peuvent être transformées en insérant de nouvelles séquences d'ADN dans leurs génomes;
    - expliquant comment une transformation survenant au hasard (mutation) dans la séquence de bases fournit une source de variabilité génétique;
    - expliquant comment l'information dans les acides nucléiques contenus dans le noyau, les mitochondries et les chloroplastes donne la preuve des rapports entre les organismes et les différentes espèces.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- prédire l'arrangement des gènes sur un chromosome, à partir de l'analyse de données sur un enjambement entre les gènes sur une seule paire de chromosomes;
- concevoir et construire des modèles d'ADN pour montrer la structure génétique et l'arrangement de base;
- faire des simulations pour montrer la reproduction de l'ADN, et la transcription et la traduction de son information;
- faire des simulations pour montrer la traduction et la transcription d'un segment d'ADN;
- concevoir et faire une expérience pour montrer comment un facteur environnemental peut occasionner un changement dans l'information génétique d'un organisme;
- faire des simulations pour montrer l'emploi des enzymes de restriction et des ligases dans la création de nouvelles séquences d'ADN (par exemple, électrophorèse);
- analyser et vérifier, à partir de données publiées, le rapport entre l'activité humaine et les changements dans l'information génétique qui mène à des mutations pouvant être héritées et au cancer.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant comment la structure et le rôle de l'ADN peuvent expliquer la génétique classique; et expliquant la manipulation de l'ADN, les mutations et les preuves que l'ADN joue un rôle dans les rapports de l'organisme; et en prédisant les séquences de gènes; en concevant et construisant des modèles d'ADN; en faisant des expériences pour démontrer l'expression de l'ADN; et analysant et inférant le rapport entre les activités humaines et les mutations, dans le contexte :

- d'évaluer l'emploi d'organismes obtenus par manipulation génétique dans l'agriculture, la sylviculture et la biorestauration dans l'environnement naturel;

OU

- de discuter de la définition sociale et scientifique de la vie et de la condition de vie;

OU

- de discuter le Projet génome humain du point de vue des besoins, des intérêts et du support financier de la société;

OU

- de discuter de l'implication des corporations qui sont capables de breveter de nouvelles formes de vie, produites par la biotechnologie;

OU

- d'évaluer l'impact de la technologie du mapping de l'ADN sur l'étude des variations et des relations génétiques au sein de l'écologie des populations;

OU

- tout autre contexte pertinent.



## MODULE 4 : CHANGEMENT DANS LES POPULATIONS ET LES COMMUNAUTÉS

### VUE GÉNÉRALE

**Thèmes scientifiques :** *Systèmes, Équilibre et Changement*

Dans le Module 4, on présente aux élèves les principes génétiques qui peuvent servir à analyser des *systèmes* de population, et un exemple est tiré de l'*équilibre* de Hardy-Weinberg. On revoit les raisons pour lesquelles certaines populations ne sont pas en *équilibre*. La croissance de population et les stratégies de croissance font l'objet de discussion. On étudie les interactions des organismes dans les *systèmes* humains ou naturels, et les conséquences de telles actions pour les populations et communautés dans ces *systèmes*. Les populations de différents organismes existent en communautés qui peuvent *changer* avec le temps par suite de phénomènes naturels ou artificiels. Une révision de ces séquences de phénomènes complète le module.

Ce module fait suite au Module 3, Biologie 20 : Échange de matière et d'énergie dans les écosystèmes, et au module précédent. Ce module, le cours et le programme peuvent mener à des carrières ou à des études postsecondaires en sciences biologiques.

Les trois **concepts** majeurs présentés dans ce module sont :

- les communautés se composent de populations qui consistent en pools de gènes provenant des individus d'une espèce;
- les membres individuels d'une population interagissent entre eux et avec des membres d'autres populations;
- le *changement* de population avec le temps peut être exprimé quantitativement.

Dans ce module, les *élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités pour montrer la croissance de population et le *changement* avec le temps;
- recueillir et enregistrer des données empiriques sur les *changements* au sein d'une population, d'une communauté;
- analyser des données publiées, recueillies et de l'information à partir de simulations informatiques et de modèles;
- relier, synthétiser et intégrer de l'information sur les *écosystèmes* d'une variété de sources afin d'interpréter et d'expliquer le *changement* et l'*équilibre* communautaire.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- l'habileté et les responsabilités qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

### ATTITUDES

*On encouragera les élèves à :*

- avoir l'esprit ouvert face à de nouvelles preuves et se rendre compte des changements qu'elles peuvent promouvoir;
- reconnaître l'utilité des compétences de calcul et des habiletés de résolution de problèmes requises pour la génétique des populations;

- acquérir une attitude positive face aux habiletés mathématiques et scientifiques;
- reconnaître la *diversité* dans les populations et les communautés;
- reconnaître que le *changement* se produit dans les populations et les communautés sur des échéances très longues et très courtes;
- apprécier de savoir que tous les organismes jouent un rôle important dans le maintien de la vie sur la planète;
- acquérir de l'optimisme sur la capacité humaine d'apprendre à fonctionner dans les limites d'un développement supportable;
- prendre une attitude de participation dans la planification et la détermination de l'avenir;
- reconnaître les contributions des connaissances scientifiques et technologiques à la prise de décisions de société et leurs limites.



*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

1. Les communautés se composent de populations qui consistent en pools de gènes provenant des individus d'une espèce.
  - les populations peuvent se définir en fonction de leurs pools de gènes, en élaborant leurs connaissances du Module 3, Biologie 20, sur la nature de la variation et de l'adaptation au sein des populations, et en :
    - décrivant le principe de Hardy-Weinberg et expliquant son importance pour la stabilité du pool de gènes d'une population et l'importance des valeurs de non-équilibre (par exemple, évolution versus non évolution);
    - décrivant les conditions qui amènent la diversité d'un pool de gènes à changer (par exemple, la dérive génétique au hasard, la migration des gènes, la reproduction différentielle);
    - appliquant, quantitativement, le principe de Hardy-Weinberg à des données observées et publiées;
    - décrivant la base moléculaire et l'importance du changement du pool de gènes avec le temps (par exemple, mutations).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- calculer et interpréter des exercices de résolution de problèmes comportant le principe de Hardy-Weinberg;
- faire des expériences et/ou des simulations informatiques pour démontrer la croissance des populations et le changement de pools de gènes.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que les communautés se composent de pools de gènes spécifiques aux populations; et expliquant l'importance du principe de Hardy-Weinberg et la base moléculaire du changement du pool de gènes avec le temps; et en appliquant et en interprétant le principe de Hardy-Weinberg, et en faisant des expériences pour démontrer la croissance des populations, dans le contexte :

- de discuter des conséquences de l'introduction d'espèces exotiques dans un écosystème où les prédateurs naturels n'existent pas, et les méthodes pour régler les situations qui en découlent;

OU

- de discuter du rôle des réserves écologiques dans la sauvegarde de notre patrimoine naturel;

OU

- d'évaluer le rôle et l'importance de modèles, dans les sciences, pour expliquer des phénomènes observables (par exemple, Équilibre de Hardy-Weinberg);

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

2. Les individus d'une population interagissent entre eux et avec des membres d'autres populations.

- des interactions se produisent entre des membres d'une même population d'une espèce en plus des interactions entre des membres de populations de différentes espèces, en :
  - décrivant la base des rapports symbiotiques comme le commensalisme, le mutualisme, le parasitisme et la compétition interspécifique et intraspécifique et leurs effets sur les populations;
  - décrivant les rapports entre les espèces prédateur et proie et leurs effets sur les changements de population, et expliquant le rôle des mécanismes de défense dans la prédation (par exemple, mimétisme, coloration protectrice);
  - expliquant comment les mélanges de populations qui définissent les communautés peuvent changer avec le temps ou rester comme communauté climacique (par exemple, succession primaire et secondaire).

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- résumer et évaluer les rapports symbiotiques entre un parasite et son hôte;
- concevoir et faire une expérience pour montrer la compétition interspécifique et/ou intraspécifique;
- faire des simulations pour examiner les rapports entre les prédateurs et leur proie;
- concevoir et faire une expérience pour montrer la succession dans un microenvironnement et observer son profil de succession avec le temps;

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que les individus interagissent entre eux et avec d'autres populations, et que les communautés et leurs populations changent avec le temps; et en résumant et évaluant les rapports; et en faisant des simulations prédateur/proie; et concevant et faisant des expériences qui démontrent des interactions biotiques, dans le contexte :

- de discuter des conséquences du rapport prédateur/proie pour la gestion de la faune dans les parcs nationaux et provinciaux;

OU

- de discuter des effets à long terme sur la population, du contrôle et de la prévention de feu dans les écosystèmes, et de la stabilité et de la diversité des écosystèmes;

OU

- d'analyser les rapports entre les parasites et le potentiel de développement humain dans les pays sous-développés;

OU

- tout autre contexte pertinent.

*Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :*

3. *Le changement* de population avec le temps peut être exprimé en termes quantitatifs.
- la population croît de manière caractéristique et que les changements dans la croissance de population peuvent être quantifiés, en élaborant les connaissances acquises dans le Module 3, Biologie 20, et en :
    - décrivant et expliquant, quantitativement les facteurs qui influencent la croissance de la population (par exemple, mortalité, natalité, immigration, émigration);
    - décrivant la croissance des populations jusqu'à la capacité limite de leur environnement et expliquant, quantitativement, le comportement des populations à l'aide de divers patrons de croissance (par exemple, stratégies R et K, courbes J et S);
    - décrivant les implications de la théorie du chaos sous l'étude des systèmes biologiques surtout par rapport aux patrons de croissance de population.

## HABILETÉS

*Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :*

- illustrer graphiquement et interpréter les données sur la croissance de population d'une variété d'organismes;
- concevoir et faire une expérience pour montrer l'effet de facteurs environnementaux sur la croissance de la population;
- faire des recherches sur la théorie du chaos, et formuler une hypothèse sur son application à des systèmes biologiques.

## RAPPORTS STS

*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

- comprenant que les populations ont des patrons de croissance caractéristiques, et ce changement peut être exprimé quantitativement; et en illustrant graphiquement et interprétant des données sur la croissance de population; concevant et faisant des expériences démontrant l'influence de l'environnement, et faisant de la recherche sur la théorie du chaos, dans le contexte :

- d'analyser la croissance des populations humaines par comparaison avec des populations naturelles d'autres espèces;

OU

- d'évaluer les implications inhérentes aux théories du chaos pour les systèmes naturels;

OU

- d'élaborer les stratégies appropriées pour régler les problèmes biologiques à venir (par exemple, analyse des risques et bienfaits, analyse des coûts);

OU

- tout autre contexte pertinent.



## D. RESSOURCES DE BASE

### BIOLOGIE 20 et BIOLOGIE 30

Galbraith, Don et al. *Biologie - Principes, phénomènes et processus*. Montréal, QC, Guérin éditeur ltée, 1993.

ISBN 0471796298

Galbraith, Don et al. *Comprendre la biologie*. Montréal, QC, Guérin éditeur ltée, 1993.

ISBN 047196549

Biggs, Alton et al. *Biologie - Les enjeux de la vie*. Montréal, QC, Les Éditions de la Chenelière inc., 1994.

ISBN 2893101348







**Printed by**  
Learning Resources  
Distributing Centre  
Production Division  
Barrhead, Alberta  
Canada, T7N 1P4

"Reaching Students is What We're About!"



